



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ Offenlegungsschrift
DE 44 35 431 A 1

⑤① Int. Cl.⁸:
F 16 F 13/00
B 80 K 5/12

②① Aktenzeichen: P 44 35 431.2
②② Anmeldetag: 4. 10. 94
②③ Offenlegungstag: 6. 4. 95

DE 44 35 431 A 1

③② Unionspriorität: ③② ③③ ③①
04.10.93 GB 9320417 21.03.94 GB 9405540

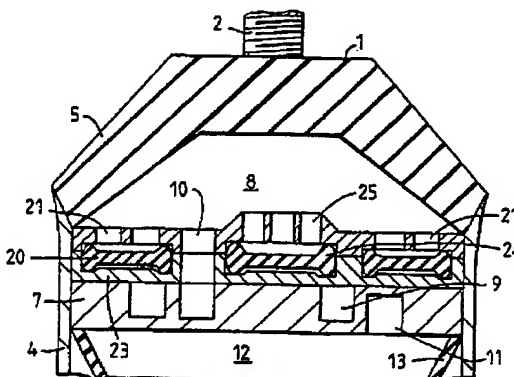
⑦① Anmelder:
Avon-Clevite Ltd., Chippenham, Wiltshire, GB

⑦④ Vertreter:
Zimmermann, H., Dipl.-Ing.; Graf von Wengersky, A.,
Dipl.-Ing.; Kraus, J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Busch, T.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80331 München

⑦② Erfinder:
West, John Philip, Wiltshire, GB; Turner, Donald,
Bath, GB; Fursdon, Peter Michael Trehwella,
Wiltshire, GB

⑥④ Hydraulisch gedämpfte Anbringenvorrichtung

⑥⑦ Es wird eine hydraulisch gedämpfte Anbringenvorrichtung beschrieben, die einen ersten Verankerungspunkt (1) hat, welcher mittels einer flexiblen Wand (5) mit einem zweiten Verankerungspunkt (4) verbunden ist. Eine Abteilung (7) ist an dem zweiten Verankerungspunkt (4) befestigt und definiert zusammen mit der flexiblen Wand (5) eine Arbeitskammer (8) für hydraulisches Fluid. Die Arbeitskammer (8) ist mittels eines Durchgangsweges (9) mit einer flexiblen Wand (13) verbunden. Ein erster und ein zweiter Diaphragmateil (20, 24) sind an der Abteilung (7) angebracht und zwischen den Diaphragmateilen (20, 24) ist/eine Gasanschluß bzw. Gasanschlüsse (20, 24) festgelegt. Der Gasanschluß bzw. die Gasanschlüsse können eine mit Ventil versehene Entlüftungsöffnung (61, 62, 64, 65) aufweisen, die sich davon erstreckt. Die beiden Diaphragmateile (20, 24) haben unterschiedliche Charakteristika. Sie können unterschiedliche Steifigkeit oder unterschiedliche effektive Steifigkeit haben, wobei letztere von der Form von Öffnungen (21) in dem den Diaphragmateilen (20, 24) zugeordneten Begrenzungsplatten und/oder von mit Ventil versehenen Entlüftungsöffnungen (61, 62, 64, 65) beeinflusst sind. Ein oder beide Diaphragmateil(e) (20, 24) kann/können gewunden sein, vorzugsweise mit zugeordneten gewundenen Begrenzungsflächen.



DE 44 35 431 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 014/519

16/29

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine hydraulisch gedämpfte Anbringungs-
vorrichtung, wobei die Dämpfung infolge der Strömung des Fluids durch den Strömungsweg erzielt wird.

Die EP-A-0115417 und die EP-A-0172700 diskutieren zwei unterschiedliche Typen hydraulisch gedämpfter Anbringungs-
vorrichtungen zum Dämpfen von Vibrationen zwischen zwei Teilen einer maschinellen Einrichtung, beispielsweise eines Fahrzeugmotors und eines Chassis. Die EP-A-0115417 offenbart verschiedene "Kolben und Becher"-Typ-Anbringungs-
vorrichtungen, bei denen ein "Kolben", der einen Verankerungsteil bildet, an dem eines der Teile der maschinellen Einrichtungen angebracht ist, selbst über eine deformierbare (normalerweise elastische) Wand mit der Mündung eines "Bechers" verbunden ist, der an dem anderen Stück der maschinellen Einrichtung angebracht ist und einen anderen Verankerungsteil bildet. Der Becher und die elastische Wand legen dann eine Arbeitskammer für hydraulisches Fluid fest, die über einen die Dämpfungsöffnung darstellenden Durchgangsweg (normalerweise länglich) mit einer Kompensationskammer verbunden ist. Die Kompensationskammer ist mittels einer festen Abteilung von der Arbeitskammer getrennt, und ein flexibles Diaphragma steht in direktem Kontakt mit der Flüssigkeit und bildet zusammen mit der Abteilung einen Gaseinschluß.

Die Anbringungs-
vorrichtung nach der EP-A-0172700 ist vom "Buchsen"-Typ. Bei diesem Typ Anbringungs-
vorrichtung ist der Verankerungsteil für einen Teil der vibrierenden maschinellen Einrichtung in der Form einer hohlen Hülse ausgeführt, wobei der andere Verankerungsteil in der Form eines Stabes oder einer Röhre ausgeführt ist, der bzw. die sich im wesentlichen zentral und koaxial bezüglich der Hülse erstreckt. Nach der EP-A-0172700 ist der röhrenförmige Verankerungsteil mittels elastischer Wände mit der Hülse verbunden, welche eine der Kammern in der Hülse bilden. Die Kammer ist über einen Durchgangsweg mit einer zweiten Kammer verbunden, die zumindest teilweise von einer Balgwand begrenzt ist, welche wiederum wirksam frei verformbar ist, so daß sie Fluidströmung durch den Durchgangsweg kompensieren kann, ohne selbst der Fluidströmung zu widerstehen.

Bei den hydraulisch gedämpften Anbringungs-
vorrichtungen nach den vorstehend diskutierten Schriften ist nur ein einziger Durchgangsweg vorgesehen. Aus anderen hydraulisch gedämpften Anbringungs-
vorrichtungen ist es darüber hinaus bekannt, eine Vielzahl unabhängiger Durchgangswege zu schaffen, welche die Kammern für hydraulisches Fluid verbinden.

Die EP-A-115417 zeigt ein einziges Diaphragma, das derart ausgestaltet ist, daß es einen bestimmten Einfluß auf die Vibrationscharakteristika der hydraulisch gedämpften Anbringungs-
vorrichtung hat. Solche Charakteristika hängen von der Steifigkeit des Diaphragmas ab, womit die notwendige Änderung angelegten Druckes gemeint ist, um eine Einheitsveränderung in dem mittels des Diaphragma versetzten Volumens zu erzielen. Darüber hinaus muß die mit dem Fluid in der Arbeitskammer in Kontakt stehende Oberfläche des Diaphragmas von einer Begrenzungsplatte mit Öffnungen darin für die Fluidkommunikation dadurch zwischen der oberen Oberfläche des Diaphragmas und dem Rest der Arbeitskammer abgedeckt sein, und es ist herausgefunden worden, daß die Größe solcher Öffnungen ebenfalls die Charakteristika der Anbringung beeinflusst.

Ein erster Aspekt der Erfindung schlägt daher vor, daß eine hydraulisch gedämpfte Anbringungs-
vorrichtung geschaffen wird, bei der zwei Diaphragmateile mit unterschiedlichen Charakteristika vorgesehen sind. Vorzugsweise haben die beiden Diaphragmateile unterschiedliche effektive Steifigkeiten. Alternativ oder zusätzlich hat ein Diaphragmateil eine erste Steifigkeit und ist von einer Begrenzungsplatte mit einer Öffnung oder mit Öffnungen darin bedeckt, die ein erstes Verhältnis der Summe der Flächen dieser Öffnung(en) zu deren durchschnittlicher Länge hat/haben, und der zweite Diaphragmateil hat eine zweite Steifigkeit, die von der ersten Steifigkeit unterschiedlich ist, und ist von einer Begrenzungsplatte mit einer Öffnung oder mit Öffnungen bedeckt, für die das Verhältnis der Summe der Flächen zu der durchschnittlichen Länge einen zweiten Wert hat, der von dem Wert des ersten Verhältnisses unterschiedlich ist.

Ein Weg zum Darstellen unterschiedlicher effektiver Steifigkeiten liegt darin, von Entlüftungsöffnungen mit Ventilen Gebrauch zu machen, die von demjenigen Gaseinschluß bzw. denjenigen Gaseinschlüssen wegführen, die den beiden Diaphragmateilen zugeordnet sind, und zwar in einer Weise ähnlich derjenigen nach der EP-A-0262544. Bei solch einer Anordnung ist die effektive Steifigkeit der beiden Diaphragmateile durch die Diaphragmateile selbst bestimmt, jedoch auch durch die Einstellung des Ventils einer jeden Entlüftungsöffnung, wobei diese Einstellung den Widerstand der Gasbewegung zu oder von dem den Diaphragmateilen zugeordneten Gaseinschluß beeinflusst. Es kann festgestellt werden, daß es möglich ist, für jeden Diaphragmateil einen entsprechenden Gaseinschluß vorzusehen, so daß zwei Ventilentlüftungsöffnungen vorhanden sind. In diesem Fall können die Ventile unabhängig voneinander oder abgestimmt gesteuert werden.

Auf diese Weise können die beiden Diaphragmateile eingestellt werden, um einen unerwünschten Effekt der hydraulisch gedämpften Standard-Anbringungs-
vorrichtung beispielsweise nach der EP-A-0115417 zu vermeiden. Normalerweise sind solche hydraulisch gedämpften Anbringungs-
vorrichtungen so ausgelegt, daß sie hohe Werte der Dämpfung von Vibrationsfrequenzen in dem Bereich von 8 bis 11 Hz bieten. Wenn sie als eine Anbringungseinrichtung für eine Maschine verwendet werden, ist es ferner wünschenswert, daß die hydraulisch gedämpften Anbringungs-
vorrichtungen geringe dynamische Steifigkeiten bei Vibrationsfrequenzen in dem Bereich von 20 bis 25 Hz haben, um Rütteln bei Leerlauf der Maschine zu vermeiden. Bei der hydraulisch gedämpften Anbringungs-
vorrichtung beispielsweise nach der EP-A-0115417 stellt dies widerstrebende Forderungen dar, weil jeder Versuch der Reduzierung der dynamischen Steifigkeit in dem Bereich von 20 bis 25 Hz notwendigerweise den Dämpfungsgrad in dem Bereich von 8 bis 11 Hz reduziert. Nach dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es jedoch möglich, eine geringe dynamische Steifigkeit bei beispielsweise 20 bis 25 Hz zu schaffen, indem eine geeignet eingestellte Anti-Resonanz in der Anbringung geschaffen wird. Dies

kann dadurch erzielt werden, daß die oben diskutierten Charakteristika der beiden Diaphragmateile geeignet gewählt werden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch insbesondere nicht auf diese Frequenzcharakteristika beschränkt, weil es möglich ist, durch geeignete Wahl der oben diskutierten Parameter unterschiedliche Charakteristika einzustellen.

Es sei darauf hingewiesen, daß die EP-A-0164081 eine hydraulisch gedämpfte Anbringungs Vorrichtung offenbart, bei der zwei (separate) Abteilbereiche vorgesehen sind. Die Steifigkeit dieser Bereiche ist jedoch nicht offenbart, und es gibt keine abdeckenden Begrenzungsplatten.

Nach der vorliegenden Erfindung können der erste und der zweite Diaphragmateil separat oder einstückig sein. Der letztere Fall hat den Vorteil der einfachen Herstellung. Wenn beispielsweise ein ringförmiges Diaphragma verwendet wird, kann ein Diaphragmateil über einen Teil des Umfangs des Rings ausgebildet werden und der andere Diaphragmateil kann über den Rest des Umfangs ausgebildet werden.

Alternativ oder zusätzlich hat ein Diaphragmateil eine erste Steifigkeit und ist von einer Begrenzungsplatte mit einer Öffnung oder mit Öffnungen darin bedeckt, die ein erstes Verhältnis der Summe der Flächen solcher Öffnungen zu deren Durchschnittslänge hat, und der zweite Diaphragmateil hat eine zweite Steifigkeit, die von der ersten Steifigkeit unterschiedlich ist, und ist von einer Begrenzungsplatte mit einer Öffnung oder mit Öffnungen bedeckt, bei denen das Verhältnis der Summe der Flächen zu der durchschnittlichen Länge einen zweiten Wert hat, der von dem ersten Verhältnis unterschiedlich ist.

Derjenige Diaphragmateil, der die geringere Steifigkeit hat, ist vorzugsweise derjenige, für den die Öffnung(en) in der bedeckenden Begrenzungsplatte das kleinere Verhältnis von Flächensumme zu Durchschnittslänge hat bzw. haben.

Bei Versetzen der Diaphragmateile über vorbestimmte Werte hinaus kontaktiert einer oder kontaktieren beide Diaphragmateile die jeweiligen Begrenzungsflächen, was die effektive Steifigkeit (bestimmt durch die oben diskutierte innere Steifigkeit des Diaphragmamaterials) ändert. Mit Zunahme des Begrenzungseffektes nimmt die effektive Steifigkeit rasch zu.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist es bevorzugt, daß die beiden Diaphragmateile die Begrenzungsflächen an unterschiedlichen Punkten in dem Druck/Versatzvolumen-Diagramm des entsprechenden Diaphragmateils kontaktieren, beispielsweise durch Schaffen von unterschiedlichen Abständen der Flächen. In dem oben diskutierten Fall, wo der Diaphragmateil mit der geringeren Steifigkeit das größere Verhältnis von Öffnungsflächen Summe zu Durchschnittslänge hat, wird demnach dieser Diaphragmateil derart ausgelegt, daß er bei einem kleineren Versatzvolumen eine Begrenzung erfährt als der andere Diaphragmateil.

Der Begrenzungseffekt erlaubt es aber auch, daß eine komplexere Anordnung erzielt wird, und zwar durch geeignete Auslegung der Begrenzungsflächen. Bei solch einer Auslegung hat ein Diaphragmateil eine geringere Steifigkeit und ein höheres Verhältnis von Öffnungsflächen Summe zu Durchschnittslänge. Dieser Diaphragmateil ist dann derart ausgelegt, daß er bei einem geringeren Versatzvolumen eine Begrenzung erfährt, wobei diese Begrenzung allmählich auftritt, so daß sie nicht vollständig ist, bis hin zu Versatzvolumina, die größer als das Versatzvolumen beim Einsetzen der Begrenzung des anderen Diaphragmateils sind.

Ein Weg zum Erreichen einer solchen allmählichen Begrenzung ist die Verwendung eines gewundenen Diaphragmas, zusammen mit entsprechend gekrümmten Begrenzungsflächen. Ferner ist herausgefunden worden, daß ein gewundenes Diaphragma einen weiteren zu erzielenden Vorteil mit sich bringen kann, nämlich die Verbesserung einer Anti-Resonanz (i.e. einer geringen dynamischen Steifigkeit), die bei einer bestimmten Frequenz Spitzenwerte aufweist, und zwar ohne merkliche Reduzierung der mittleren dynamischen Steifigkeit über einen weiteren Frequenzbereich, einschließlich der bestimmten Frequenz der Anti-Resonanz. Für eine Maschinenanbringung, kann die verbesserte Anti-Resonanz in dem Bereich von 150 Hz bis 175 Hz liegen. Die Verbesserung solch einer Anti-Resonanz kann vorteilhaft in einigen Vibrationssituationen sein.

Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist daher ein ringförmiges Diaphragma auf der Abteilung zwischen der Arbeits- und der Kompensationskammer vorgesehen, das das hydraulische Fluid in der Arbeitskammer kontaktiert und das gewunden ist. Solcherlei Windungen können bedeuten:

- a) ein Diaphragma, bei dem eine oder beide Oberflächen des Diaphragmas diejenige Linie mindestens zweimal kreuzt bzw. kreuzen, welche die Radialkanten davon verbindet; und/oder
- b) ein ringförmiges Diaphragma, bei dem die wirksame Oberfläche des Diaphragmas, die von dem hydraulischen Fluid kontaktiert wird, die Fläche derjenigen ringförmigen Ebene um einen Faktor von mindestens 1,1 übersteigt, die zwischen den Radialkanten des von dem hydraulischen Fluid kontaktierten Teils definiert ist.

Bei solch einem gewundenen ringförmigen Diaphragma ist es ferner wünschenswert, daß das Diaphragma relativ dünn ist im Vergleich zu seiner Radialausdehnung (zwischen den Kanten der Ringe), wobei das Verhältnis der Minimaldicke zu der Radialausdehnung nicht größer als 1/8 ist.

Wenngleich solch ein gewundenes Diaphragma nach dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, stellt die Verwendung eines gewundenen ringförmigen Diaphragmas einen zweiten, unabhängigen Aspekt der vorliegenden Erfindung dar.

Vorzugsweise sind gekrümmte Begrenzungsflächen benachbart dem Diaphragma vorgesehen, um dessen Bewegung bei Vibrationen der Anbringungs Vorrichtung zu begrenzen. Die obere Begrenzungsfläche weist dann Öffnungen darin auf, um es Hydraulikfluid in der Arbeitskammer zu erlauben, mit einer Oberfläche des Diaphragmas zu kommunizieren. Die andere Begrenzungsfläche kann die Oberfläche der Abteilung sein, die zusammen mit dem Diaphragma den Gaseinschluß festlegt. Alternativ kann sie eine Oberfläche innerhalb des Gaseinschlusses mit Öffnungen darin sein. Die Begrenzungsflächen entsprechen vorzugsweise der Gestalt der Windungen des Diaphragmas.

Nachstehend ist die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Schnittansicht durch einen Teil eines ersten Ausführungsbeispiels nach der Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Begrenzungsplatte in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1;

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Begrenzungsplatte zur Verwendung in dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 eine Schnittansicht durch die Abteilung des zweiten Ausführungsbeispiels;

Fig. 5 ein Diagramm der Druck/Volumen-Charakteristika des zweiten Ausführungsbeispiels;

Fig. 6 eine Draufsicht auf eine Begrenzungsplatte zur Verwendung in einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 7 eine Schnittansicht durch die Abteilung des dritten Ausführungsbeispiels;

Fig. 8 ein Diagramm der Druck/Volumen-Charakteristika des dritten Ausführungsbeispiels;

Fig. 9 eine Schnittansicht durch ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 10 eine Schnittansicht durch ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 11 eine Schnittansicht durch das in dem fünften Ausführungsbeispiel verwendete Diaphragma;

Fig. 12 eine detaillierte Ansicht eines Teils des Diaphragmas nach Fig. 11 und

Fig. 13 ein Diagramm der Steifigkeit/Frequenzcharakteristika des fünften Ausführungsbeispiels.

Zunächst wird Bezug genommen auf Fig. 1, wo eine erste Ausführungsform einer hydraulisch gedämpften Anbringungs Vorrichtung nach der Erfindung gezeigt ist, die zum Dämpfen von Vibrationen zwischen zwei Teilen eines Aufbaus (nicht gezeigt) dient. Die Anbringung weist einen Kolben 1 auf, der über einen Befestigungsbolzen 2 mit einem der Teile des Aufbaus verbunden ist, und der andere Teil des Aufbaus ist mit einem im wesentlichen U-förmigen Becher 4 verbunden. Eine elastische Feder 5, beispielsweise aus Gummi, verbindet den Kolben 1 mit dem Becher 4. Ferner ist benachbart einem Ring 6 eine Abteilung 7 an dem Becher 4 angebracht, die sich über die Mündung des Bechers 4 erstreckt. Somit ist innerhalb der Anbringung eine Arbeitskammer 8 festgelegt, die von der elastischen Feder 5 und von der Abteilung 7 begrenzt ist.

Das Innere der Abteilung 7 legt einen gewundenen Durchgangsweg 9 fest, der über eine Öffnung 10 mit der Arbeitskammer 8 und ferner über eine Öffnung 11 mit einer Kompensationskammer 12 verbunden ist. Wenn der Kolben 1 relativ zu dem Becher 4 vibriert (in vertikaler Richtung in Fig. 1), ändert sich demnach das Volumen der Arbeitskammer 8, und hydraulisches Fluid in der Arbeitskammer 8 wird durch den Durchgangsweg 9 in die oder aus der Kompensationskammer 12 gedrängt. Diese Fluidbewegung führt zu Dämpfung. Das Volumen der Kompensationskammer 12 muß sich auf solch eine Fluidbewegung hin ändern, und deshalb ist die Kompensationskammer 12 von einer flexiblen Wand 13 begrenzt.

Der obige Aufbau entspricht im wesentlichen demjenigen, der in der EP-A-0115417 beschrieben ist, und die Betriebsweise ist gleich. Nach der EP-A-0115417 trägt die Abteilung ein Diaphragma, das als Grenze zwischen Fluid in der Arbeitskammer und einem Gaseinschluß wirkt. Bei der Ausführung nach Fig. 1 ist ein erster Diaphragmateil 20 vorgesehen, der ringförmig ist. Eine Seite des ersten Diaphragmateils 20 kommuniziert über Öffnungen 21 in einer an der Abteilung 7 befestigten Begrenzungsplatte 22 mit der Arbeitskammer 8, und die andere Seite davon begrenzt einen Gaseinschluß.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist ferner eine untere Begrenzungsplatte 23 an der Abteilung befestigt, wenn gleich diese Begrenzungsplatte 23 einstückig mit dem Rest der Abteilung 7 ausgebildet sein kann. Wenn der Kolben 1 relativ zu dem Becher 4 vibriert, strömt Fluid durch die Öffnung 21, wodurch eine Bewegung des ersten Diaphragmas 20 zwischen den Begrenzungsplatten 21, 23 bewirkt wird.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist zweiter Diaphragmateil 24 vorgesehen, der im wesentlichen kreisförmig ist. Eine Seite des zweiten Diaphragmateils 24 kommuniziert über eine Öffnung 25 in der Begrenzungsplatte 22 mit der Arbeitskammer 8, und die andere Seite begrenzt einen weiteren Gaseinschluß. Mithin bewegt sich der zweite Diaphragmateil 24 zwischen den Begrenzungsplatten 21, 23, wenn hydraulisches Fluid infolge der Vibration des Kolbens 1 relativ zu dem Becher 4 durch die Öffnung 23 strömt.

Den Fig. 1 und 2 ist zu entnehmen, daß die Größe und die Länge der Öffnungen 21, 25 unterschiedlich sind. Mithin ist es möglich, Öffnungsverhältnisse für die Diaphragmateile 20, 24 folgendermaßen anzugeben:

$$R_{20} = \frac{\text{Summe der Flächen der Öffnungen 21}}{\text{Durchschnittliche Länge der Öffnungen 21}}$$

$$R_{24} = \frac{\text{Summe der Flächen der Öffnungen 25}}{\text{Durchschnittliche Länge der Öffnungen 25}}$$

Darüber hinaus haben die Diaphragmateile 20, 24 Steifigkeiten S_{20} , S_{24} , je nach Material, Dicke etc. Die Steifigkeit der Diaphragmateile 20, 24 ist definiert als die Änderung angelegten Drucks, der erforderlich ist, um eine Einheitsänderung in dem Versatzvolumen des entsprechenden Diaphragmas zu bewirken. Wie vorstehend bemerkt, erlaubt die Erfindung die Erzeugung einer Anti-Resonanz zum Eliminieren des Leerlaufaufrüttelns. Daher wird in der nachfolgenden Diskussion der zweite Diaphragmateil 24 als Leerlaufdiaphragma bezeichnet, weil es normalerweise dieser Diaphragmateil ist, dessen Charakteristika derart gewählt werden, daß das Leerlaufaufrütteln eliminiert ist, wie dies oben diskutiert ist.

Nach einer bevorzugten Anordnung im Rahmen der Erfindung hat das Leerlaufdiaphragma eine geringere Steifigkeit und ein geringeres Verhältnis der Summe der Fläche der Öffnungen zur durchschnittlichen Länge. Mithin gilt: $S_{24} < S_{20}$ und $R_{24} < R_{20}$. Es sind jedoch auch weitere Alternativen im Rahmen der Erfindung

möglich. Bei dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel sind der erste und der zweite Diaphragmateil 20, 24 separat ausgeführt. Sie können jedoch auch einstückig sein, wie nachstehend beschrieben.

Die Fig. 3 und 4 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem ein ringförmiges Diaphragma vorgesehen ist, das mithin dem Diaphragma 20 nach Fig. 1 gleich ist. Fig. 3 zeigt die Form der Begrenzungsplatte 30 nach diesem Ausführungsbeispiel, die die Begrenzungsplatte 21 ersetzt. Daraus ist entnehmbar, daß eine erste Gruppe Öffnungen 31 in der Begrenzungsplatte vorgesehen ist, die sich über einen ersten Teil 32 des Umfangs erstrecken, und zweite Öffnungen 33 vorgesehen sind, die sich über einen zweiten Teil 34 des Umfangs erstrecken. Fig. 4 ist entnehmbar, daß die Länge der Öffnungen 31 viel geringer als die Länge der Öffnungen 33 ist.

Die beiden Teile des Diaphragmas 33 haben unterschiedliche Steifigkeit, beispielsweise wegen unterschiedlicher Dicke. Daher hat das Diaphragma 35 unterschiedliche Charakteristika in den beiden Regionen 32 und 34, so daß die Region 34 einen Leerlaufdiaphragmaabschnitt bildet und die Region 32 dem Standarddiaphragma entspricht. In der Region 34 ist das Diaphragma gewunden, und die Begrenzungsflächen sind gebogen, um diesen Windungen zu entsprechen.

Vorzugsweise ist das von dem Leerlaufdiaphragmaabschnitt versetzte Volumen für Vibrationsfrequenzen in dem Bereich von 8 bis 30 Hz geringer als dasjenige des Standarddiaphragmaabschnitts für Anbringungsversetzungsamplituden, die größer als etwa $\pm 0,4$ mm sind. Wie Fig. 4 zu entnehmen ist, sind daher die Gestalt der Begrenzungsfläche der Abteilung 7 und der Hubbegrenzungsplatte 30 unterschiedlich für den Leerlaufdiaphragmaabschnitt und den Standarddiaphragmaabschnitt des Diaphragmas 35.

Das Resultat davon ist in Fig. 5 gezeigt. Diese Figur zeigt die Druck/Versatzvolumen-Charakteristika für den Leerlaufdiaphragmaabschnitt (Linie A) und den Standard(nicht-Leerlauf)-Diaphragmaabschnitt (Linie B). Wenn der Druck infolge Vibration der Anbringungsanordnung steigt, bewirkt die geringere Steifigkeit des Leerlaufdiaphragmas den Versatz eines größeren Volumens pro Einheit der Druckänderung. Bei einem Volumen V_{SA} beginnt das Leerlaufdiaphragma jedoch mit seiner Begrenzungsfläche in Wechselwirkung zu treten, weshalb seine effektive Steifigkeit steigt. Wenn das Volumen V_{SA} einem Versatz entspricht, der geringfügig kleiner als 0,4 mm ist, so ist gemäß der Darstellung für Versätze, die geringer sind als dieser Wert, das mittels des Leerlaufdiaphragmas versetzte Volumen größer als das in dem Standarddiaphragma versetzte Volumen, hingegen für Versätze, die größer als etwa 0,4 mm sind, das Versatzvolumen für eine gegebene Druckänderung geringer ist. Der Punkt des Versatzes von 0,4 mm sollte daher derart gewählt werden, daß er in etwa dem Schnittpunkt der Linien A und B in Fig. 5 entspricht.

Dasjenige Versatzvolumen, bei dem eine Begrenzung aufzutreten beginnt, sowie die Druck/Versatzvolumen-Charakteristika danach hängen von der Geometrie der Anbringung ab. Durch geeignete Einstellung sowohl der Leerlauf- als auch der Standarddiaphragmaregion können daher andere Charakteristika erzielt werden. Die Fig. 6 und 7 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dieses Ausführungsbeispiel ist im wesentlichen dem zweiten Ausführungsbeispiel gleich, und es werden dieselben Bezugswerte zur Bezeichnung entsprechender Elemente verwendet. In dem zweiten Ausführungsbeispiel sind jedoch die Begrenzungsflächen 36 des Leerlaufdiaphragmaabschnitts gebogen, um einem gewundenen Teil des Diaphragmas zu entsprechen, was für die Begrenzungsflächen 37 des Standarddiaphragmaabschnitts nicht zutrifft. Nach dem dritten Ausführungsbeispiel sind jedoch beide Begrenzungsflächen 36 und 37 gebogen, um einem gewundenen Diaphragma zu entsprechen. Darüber hinaus ist der Leerlaufdiaphragmaabschnitt steifer als der Standarddiaphragmaabschnitt.

Die entsprechenden Auswirkungen sind in Fig. 8 gezeigt. Steigt der Druck von 0 an, ist der Versatz des Standarddiaphragmaabschnitts größer als derjenige des Leerlaufdiaphragmaabschnitts, bis der Standarddiaphragmaabschnitt in Wechselwirkung mit den Begrenzungsflächen 37 tritt, und zwar bei einem Volumen, das dem Versatzvolumen V_{SB} entspricht. Die effektive Steifigkeit des Standard(nicht-Leerlauf)-Diaphragmas nimmt dann zu, wie dies durch die Kurve B in Fig. 8 gezeigt ist. Dieser Anstieg wird jedoch durch die Gestalt der Begrenzungsflächen 37 bestimmt, um etwas Bewegung des Standarddiaphragmaabschnitts zu erlauben. Für das Kurve A in Fig. 8 entsprechende Leerlaufdiaphragma ist die ursprüngliche effektive Steifigkeit jedoch größer als diejenige des Standard(nicht-Leerlauf)-Diaphragmas, und zwar bis zu einem Wert, der geringfügig größer ist, als derjenige, welcher bewirkt, daß das Standard(nicht-Leerlauf)-Diaphragma mit den Begrenzungsflächen 37 in Wechselwirkung tritt. Mithin schneiden sich die Kurven A und B bei Versatzvolumina oberhalb von V_{SB} .

Bei höheren Drücken beginnt das Leerlaufdiaphragma, mit den Begrenzungsflächen 36 in Wechselwirkung zu treten, und zwar entsprechend einem Versatzvolumen V_{SA} . Die effektive Steifigkeit des Leerlaufdiaphragmas steigt dann rasch, so daß die Kurve A die Kurve B abermals kreuzt, und zwar bei Versatzvolumina, die geringfügig größer als V_{SA} sind.

Bei solch einem Ausführungsbeispiel ist folgendes bevorzugt:

$$V_{SB} < V_{SA} < 5 V_{SB}$$

Die obigen Ausführungsbeispiele zeigen, daß eine Vielzahl verschiedener Druck/Volumencharakteristika durch geeignete Wahl der Steifigkeit der beiden Diaphragmateile, der Größe und Länge der Öffnungen, die die Fläche des ersten und des zweiten Diaphragmateils mit der Arbeitskammer verbinden, und der Begrenzungscharakteristika erzielt werden können. Mithin können die Gradienten der Kurven A und B in Fig. 5 bzw. 8 sowohl oberhalb als auch unterhalb von V_{SA} und V_{SB} eingestellt werden, um die gewünschten Charakteristika der hydraulisch gedämpften Anbringungsanordnung zu erzielen.

Die EP-A-0262544 offenbart eine Anbringungsanordnung vom "Buchsentyp", ähnlich derjenigen nach der EP-A-0115417, wobei jedoch der Gaseinschluß eine davon wegführende Entlüftungsöffnung hat, wobei weiterhin eine Einrichtung zum Steuern der Gasströmung in der Entlüftungsöffnung vorgesehen ist. Diese Idee kann auf die vorliegende Erfindung angewendet werden, und Fig. 9 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel, wo dies dargestellt ist. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ist im wesentlichen demjenigen nach Fig. 1 gleich, und

einander entsprechende Elemente sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Bei diesem vierten Ausführungsbeispiel verfügt jedoch der Gaseinschluß 60 unterhalb des zweiten Diaphragmateils 24 über eine davon wegführende Entlüftungsöffnung 61, wobei die Entlüftungsöffnung zu einem Ventil 62 führt. In gleicher Weise verfügt der Gaseinschluß 63 unterhalb des ersten Diaphragmateils 20 über eine Entlüftungsöffnung 64, die zu einem Ventil 65 führt. Mithin können durch Steuerung der Ventile 62 und 65 die Charakteristika der durch die Diaphragmen 20 und 24 und die entsprechenden Gaseinschlüsse 63 bzw. 61 gebildeten Luftfedern gesteuert werden, und zwar beispielsweise in Abhängigkeit von der Vibrationsfrequenz der Anbringung, wie etwa nach der EP-A-0262544.

In diesem Fall hat jeder Diaphragmateil 20, 24 eine effektive Steifigkeit, die nicht nur von demjenigen Material bestimmt wird, aus dem der Diaphragmateil gemacht ist, sondern auch von dem Effekt der entsprechenden Entlüftungsöffnung und dem Ventil.

Es kann ferner festgestellt werden, daß die Ventile 62 und 65 unabhängig voneinander oder abgestimmt gesteuert werden können, je nach dem gewünschten besonderen Aufhängungscharakteristika.

Ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Fig. 10 verwendet ein gewundenes ringförmiges Diaphragma. Der Gesamtaufbau des Ausführungsbeispiels nach Fig. 10 (mit Ausnahme des Diaphragmas) ist im wesentlichen demjenigen nach Fig. 1 gleich, und es sind dieselben Bezugszahlen zum Bezeichnen entsprechender Elemente verwendet.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 ist die elastische Feder mit einem Ring 40 verbunden, der mittels eines Klemmrings 41 an der Abteilung 7 und an dem Becher 4 festgeklemmt ist. Darüber hinaus verfügt das Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 über keine untere Begrenzungsplatte, weil der Begrenzungseffekt einer solchen Platte mittels einer Oberfläche der Abteilung 7 erzielt wird. Die obere Begrenzungsplatte 22 erstreckt sich ferner über den gewundenen Durchgangsweg 9, um diesen Durchgangsweg 9 von der Arbeitskammer 8 zu separieren. In der oberen Begrenzungsplatte 22 ist eine Öffnung (nicht gezeigt) vorgesehen, um es einem Fluid in der Arbeitskammer 8 zu erlauben, mit dem Weg 9 zu kommunizieren, und mithin über die Öffnung 11 mit der Kompensationskammer 12.

Die Fig. 11 und 12 zeigen die Gestalt des gewundenen ringförmigen Diaphragmas 50 detaillierter. Das Diaphragma weist eine gewundene Lage aus einem elastischen Material 42 auf, die mit einem ersten und einem zweiten Verankerungsring 43, 44 verbunden sind. Ein Verankerungsring 43 auf der radial inneren Fläche des Diaphragmas 50 wird dann wie der radial äußere Verankerungsring 44 an der Abteilung 7 befestigt.

Wie den Fig. 11 und 12 zu entnehmen ist, ist der flexible Teil 42 des Diaphragmas 50 gewunden. Bei den Anordnungen nach den Fig. 10 und 11 bedeutet dies, daß sowohl die obere als auch die untere Oberfläche 45, 46 zweimal die Linie 47 kreuzen, die die Verankerungsteile 43 und 44 verbindet. Das Diaphragma 50 hat dann eine Oberfläche, die mindestens 1,1 mal größer als diejenige Oberfläche ist, die von der ringförmigen Fläche zwischen den Verankerungsringen 43, 44 gebildet ist.

Der flexible Teil 42 sollte ferner eine Dicke von 1/8 oder weniger des Abstandes zwischen den Verankerungsringen 43, 44 haben.

Fig. 10 zeigt, daß die obere Begrenzungsplatte 22 und die Oberfläche der Abteilung 7 unterhalb des Diaphragmas 20 gebogen sind, um im wesentlichen der Gestalt des gewundenen Diaphragmas 20 zu entsprechen. Solcherlei gekrümmte Anschlagflächen bewirken das allmähliche Anschlagen des Diaphragmas 20, das auch nach den Ausführungsbeispielen nach Fig. 7 auftritt.

Die Wirkung der Verwendung solch eines gewundenen Diaphragmas 50 ist in Fig. 13 gezeigt. Die Anbringenvorrichtung hat eine geringe dynamische Steifigkeit in einem Bereich um 150 Hz herum. Wenn die vorliegende Erfindung nicht angewendet wäre, wäre es nur dann möglich, solch eine geringe dynamische Steifigkeit zu erzeugen, wenn die mittlere dynamische Steifigkeit über einen breiten Bereich (beispielsweise durch Reduzieren der dynamischen Steifigkeit in dem Frequenzbereich von 50 Hz bis 200 Hz) gesenkt würde. Durch Anwenden der vorliegenden Erfindung ist jedoch die geringe dynamische Steifigkeit (anti-Resonanz) um 150 Hz herum verbessert, ohne daß die mittlere dynamische Steifigkeit in den Bereich von 50 Hz bis 200 Hz verringert wäre. Fig. 13 zeigt darüber hinaus, daß die Verwendung solch eines gewundenen Diaphragmas 50 ferner eine Spitze der dynamischen Steifigkeit bei etwa 250 Hz erzeugen kann, wobei dies normalerweise keinen Nachteil darstellt.

Patentansprüche

1. Hydraulisch gedämpfte Anbringenvorrichtung mit zwei mittels einer deformierbaren Wand verbundenen Verankerungsteilen; einer Arbeitskammer, die zwischen der deformierbaren Wand und einer einem ersten der Verankerungsteile fest zugeordneten Abteilung eingeschlossen ist, wobei die Arbeitskammer hydraulisches Fluid beinhaltet; einer Kompensationskammer für das hydraulische Fluid, wobei die Kompensationskammer zumindest teilweise von einer zweiten deformierbaren Wand begrenzt ist; einem Weg zwischen den Kammern, um dazwischen Fluidkommunikation zu ermöglichen; gekennzeichnet durch einen ersten und einen zweiten flexiblen Diaphragmateil mit unterschiedlichen Charakteristika, wobei der Diaphragmateil als eine Trennschicht zwischen dem hydraulischen Fluid und mindestens einer Gaskammer dient.

2. Hydraulisch gedämpfte Anbringenvorrichtung nach Anspruch 1, bei der jeder Diaphragmateil als eine Trennschicht zwischen dem hydraulischen Fluid und einer entsprechenden Gaskammer dient.

3. Hydraulisch gedämpfte Anbringenvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der erste Diaphragmateil sich in Umfangsrichtung um den zweiten Diaphragmateil erstreckt.

4. Hydraulisch gedämpfte Anbringenvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der erste und der zweite Diaphragmateil einstückig sind.

5. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die flexiblen Diaphragmateile unterschiedliche effektive Steifigkeiten haben.
6. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 5, bei der der erste Diaphragmateil eine erste Steifigkeit hat und von einer Begrenzungsplatte mit einer Öffnung oder mit Öffnungen darin bedeckt ist, die ein erstes Verhältnis der Summe der Flächen dieser Öffnung(en) zu deren durchschnittlicher Länge hat/haben, und der zweite Diaphragmateil eine zweite Steifigkeit hat, die von der ersten Steifigkeit unterschiedlich ist, und von einer Begrenzungsplatte mit einer Öffnung oder mit Öffnung(en) bedeckt ist, für die das Verhältnis der Summe der Flächen zu der durchschnittlichen Länge einen zweiten Wert hat, der von dem Wert des ersten Verhältnisses unterschiedlich ist.
7. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 6, bei der derjenige Diaphragmateil, der die geringere Steifigkeit hat, derjenige ist, für den die Öffnung(en) in der bedeckenden Begrenzungsplatte das kleinere Verhältnis von Flächensumme zu Durchschnittslänge hat/haben.
8. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 7, bei der die beiden Diaphragmateile die Begrenzungsflächen an unterschiedlichen Punkten in dem Druck/Versatzvolumen-Diagramm des entsprechenden Diaphragmateils kontaktieren.
9. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 5, bei der ein Diaphragmateil eine geringere Steifigkeit und ein größeres Verhältnis von Öffnungsflächensumme zu Durchschnittslänge als der andere Diaphragmateil hat.
10. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 9, bei der die Begrenzungsflächen der beiden Diaphragmateile derart sind, daß der Diaphragmateil mit der geringeren Steifigkeit bei einem niedrigeren Versatzvolumen als der andere Diaphragmateil eine Begrenzung erfährt.
11. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der mindestens eines der Diaphragmateile gewunden ist und ihm mindestens eine entsprechend gebogene Begrenzungsfläche zugeordnet ist.
12. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung mit zwei mittels einer deformierbaren Wand verbundenen Verankerungsteilen; einer Arbeitskammer, die zwischen der deformierbaren Wand und einer einem ersten der Verankerungsteile fest zugeordneten Abteilung eingeschlossen ist, wobei die Arbeitskammer hydraulisches Fluid beinhaltet; einer Kompensationskammer für das hydraulische Fluid, wobei die Kompensationskammer zumindest teilweise von einer zweiten deformierbaren Wand begrenzt ist; einem Weg zwischen den Kammern, um Fluidkommunikation dazwischen zu erlauben; und einem ringförmigen flexiblen Diaphragma, das als eine Grenzschicht zwischen dem hydraulischen Fluid und einer Gaskammer dient, wobei das Diaphragma gewunden ist.
13. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 12, bei der die Windungen des Diaphragmas derart sind, daß eine oder beide Oberfläche(n) des Diaphragmas diejenige Linie zweimal kreuzt/kreuzen, welche die Radialkanten davon verbindet.
14. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach Anspruch 12 oder 13, bei der die wirksame Oberfläche des Diaphragmas, die von dem hydraulischen Fluid kontaktiert wird, die Fläche derjenigen ringförmigen Ebene um einen Faktor von mindestens 1,1 — vorzugsweise mehr — übersteigt, die zwischen den Radialkanten des von dem hydraulischen Fluid kontaktierten Teils definiert ist.
15. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei der das Verhältnis der Minimaldicke des Diaphragmas zu der Radialausdehnung nicht größer als 1/8 ist.
16. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die oder jede Gaskammer eine mit einem Ventil versehene Entlüftungsöffnung aufweist, die sich davon erstreckt.
17. Hydraulisch gedämpfte Anbringungsrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die deformierbare Wand elastisch ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

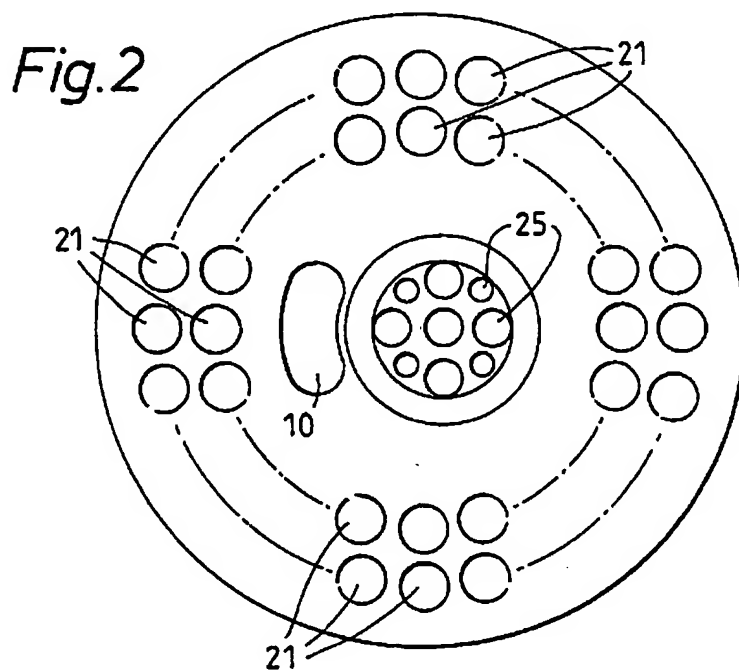
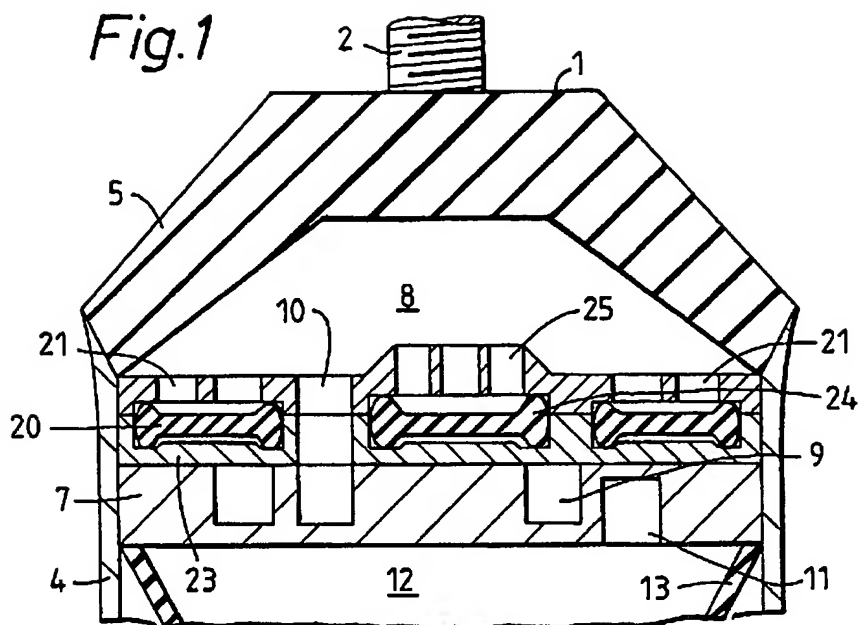


Fig.3

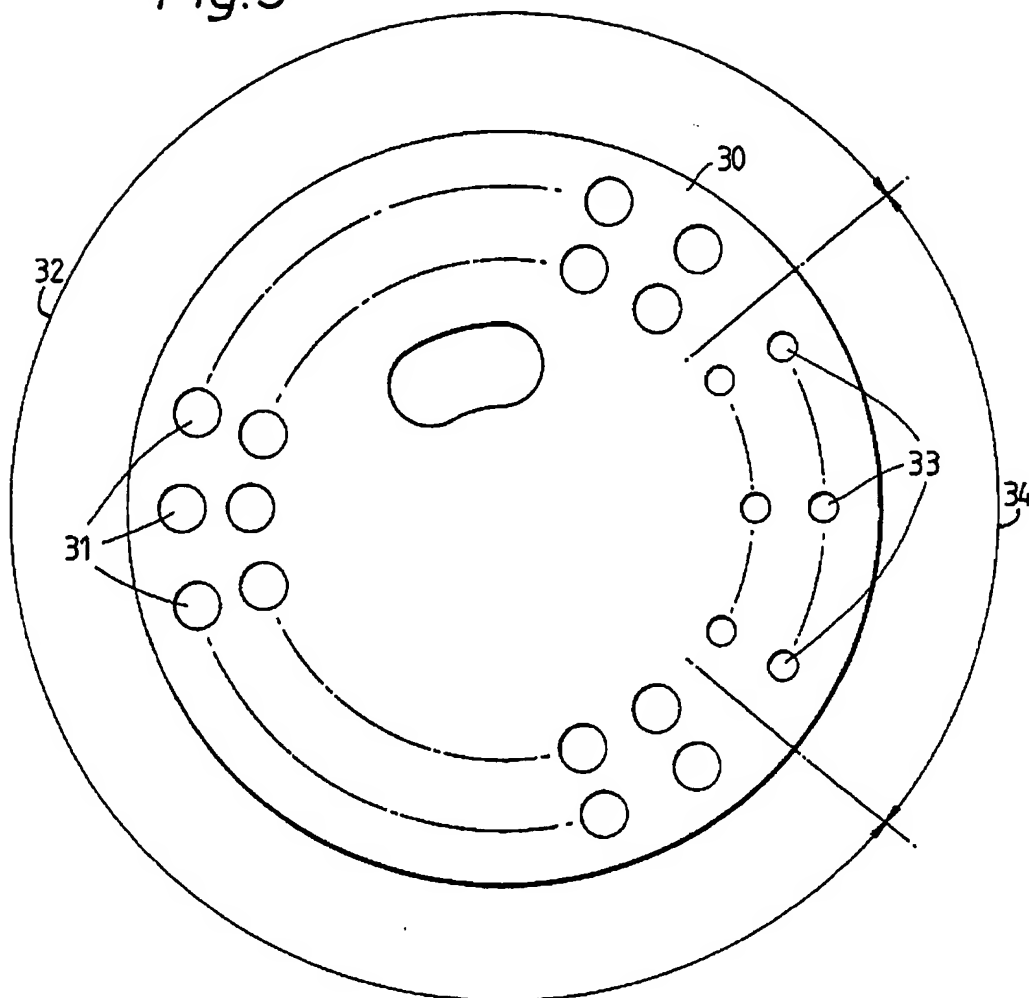


Fig.4

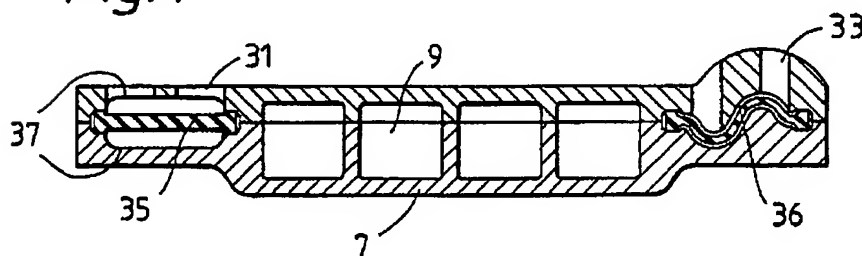


Fig.5

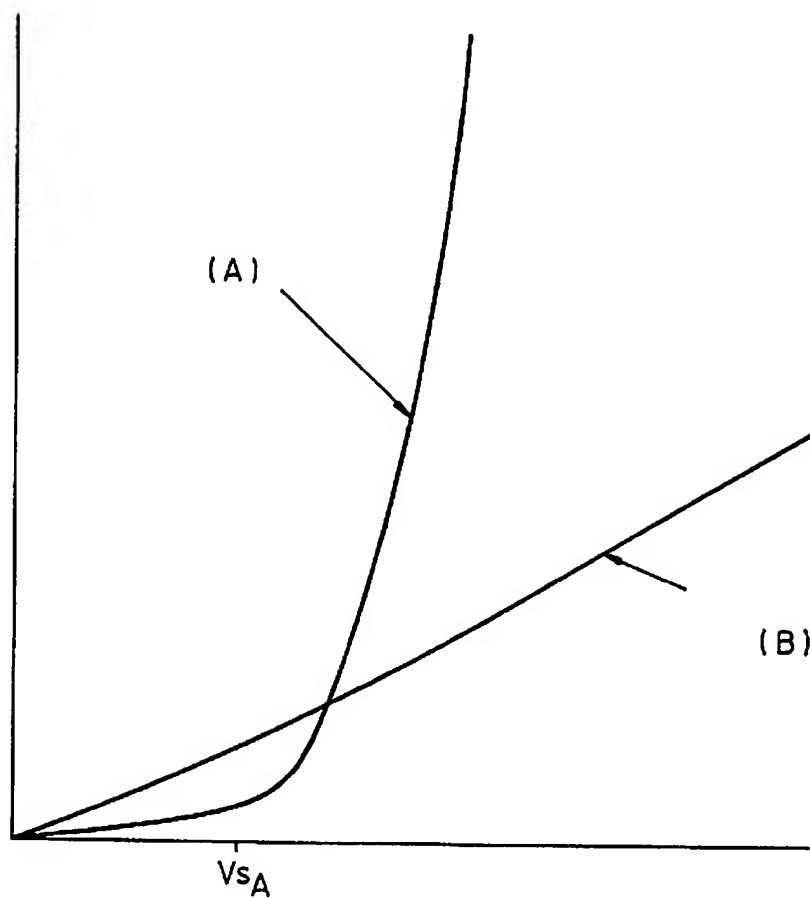


Fig.6

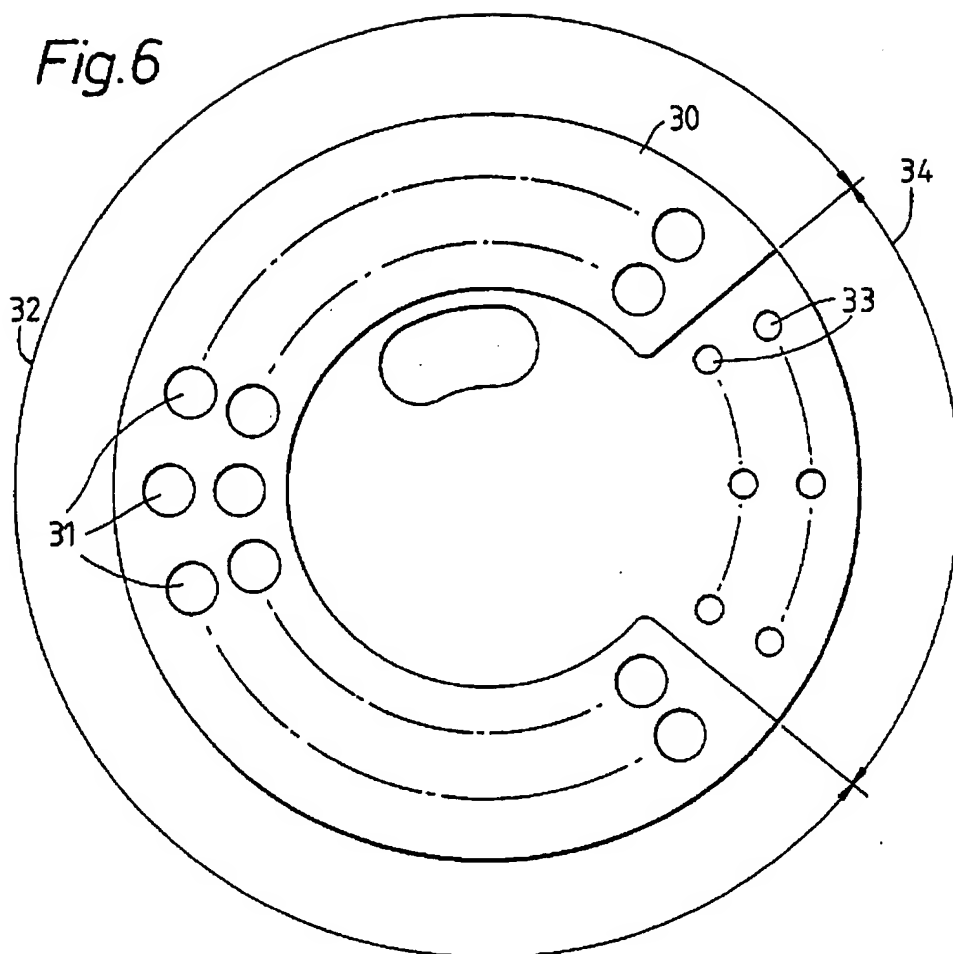


Fig.7

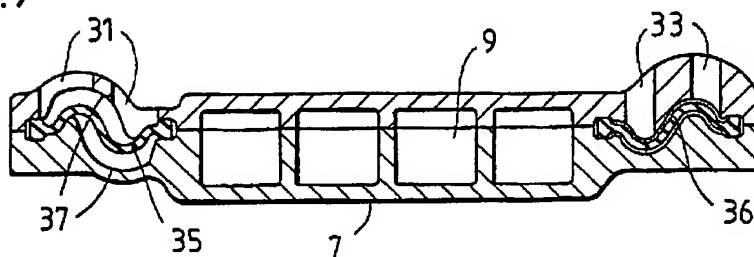


Fig. 8

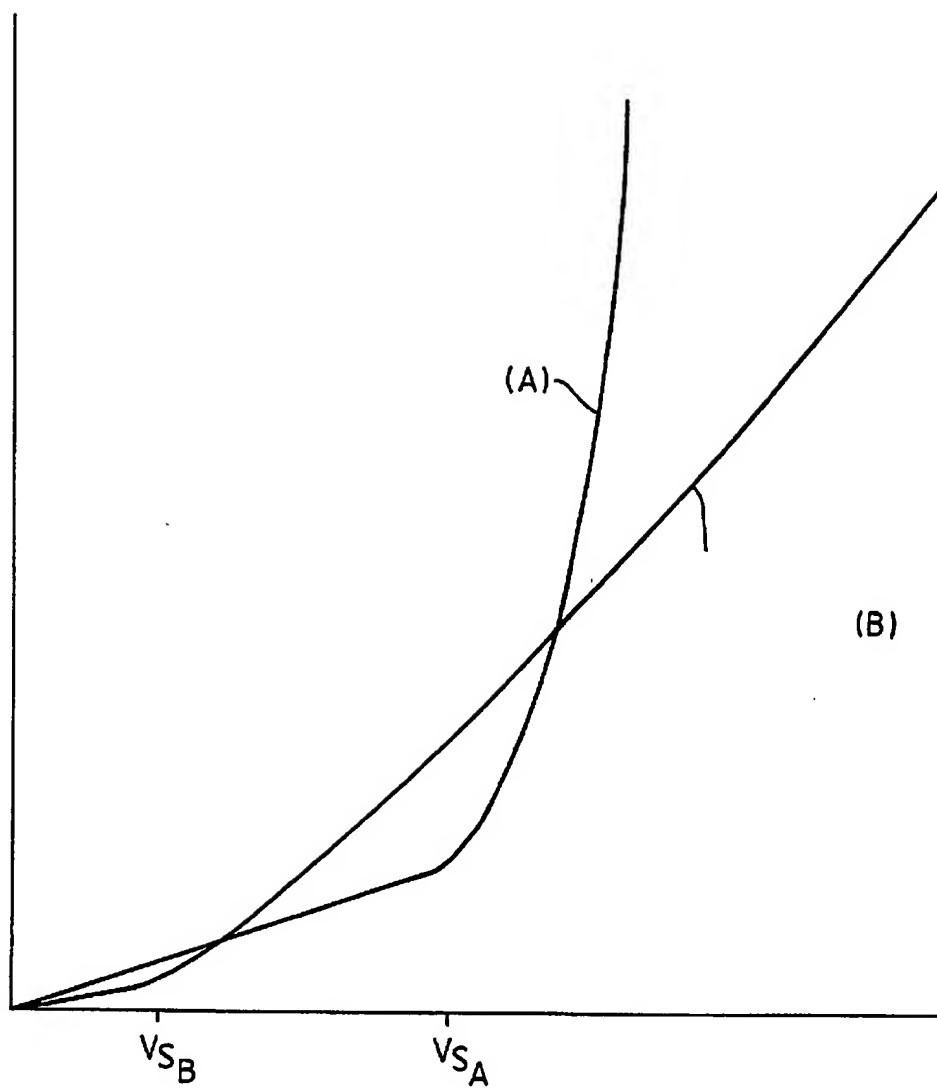


Fig. 9

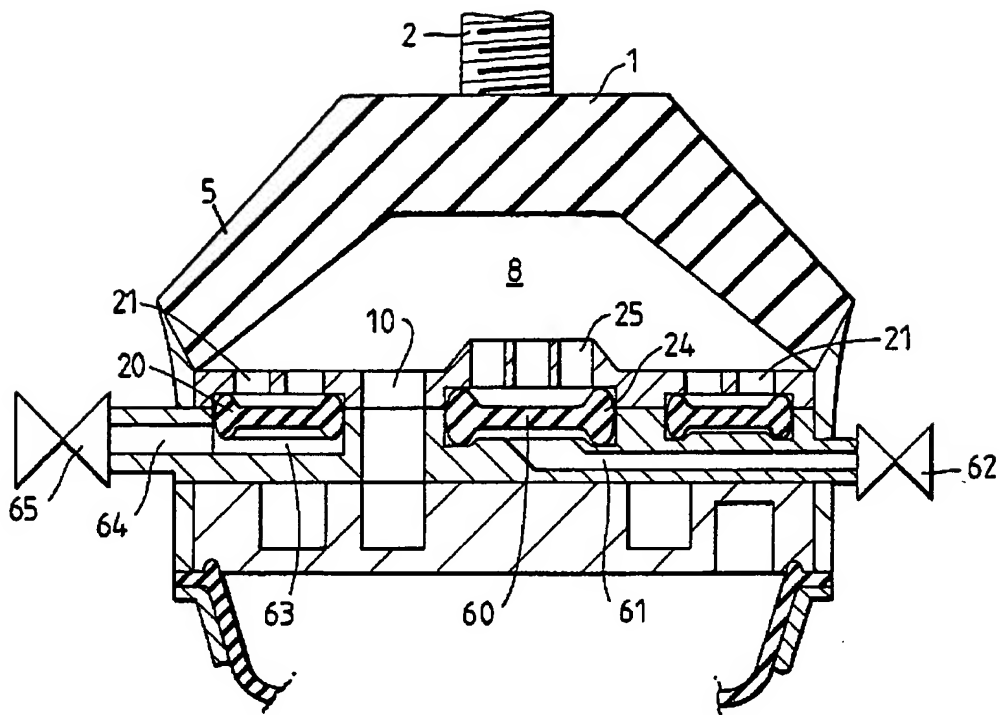


Fig. 10

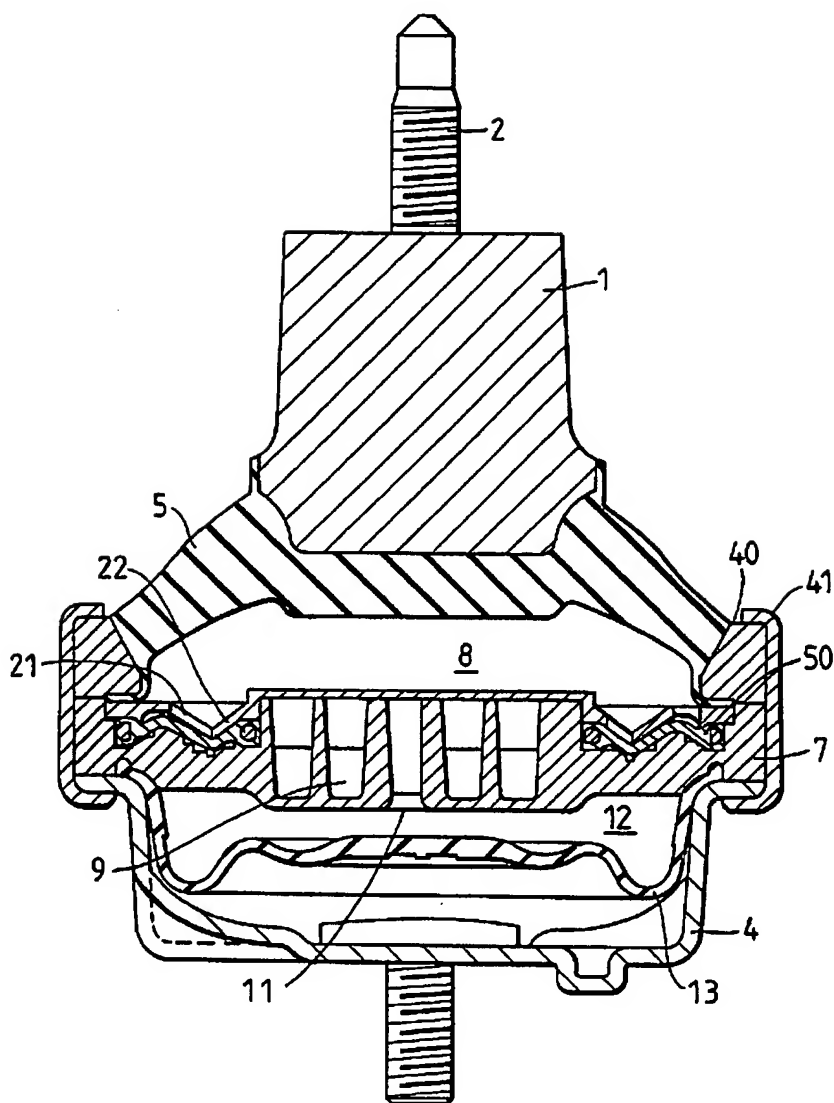


Fig. 11

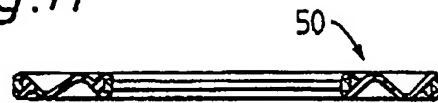


Fig. 12

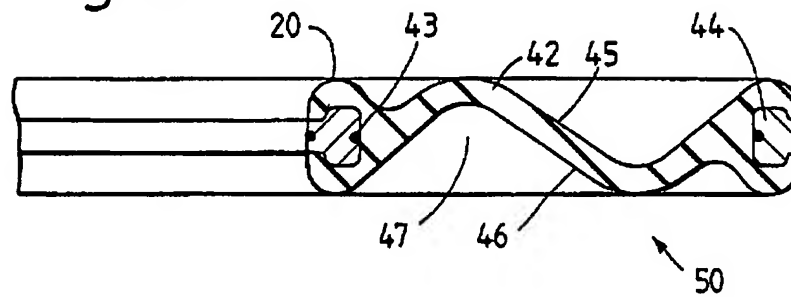


Fig. 13

